

**Espacenet****Bibliographic data: DE 19539154 (A1)****Operation of heat and cold pumps****Publication date:** 1997-04-24**Inventor(s):** LUDWIG JUERGEN DIPL ING [DE] +**Applicant(s):** LUDWIG JUERGEN DIPL ING [DE] +**Classification:** - international: **F25B17/08;** (IPC1-7): F25B17/02; F25B37/00; F25B39/00  
- European: F25B17/08B**Application number:** DE19951039154 19951020**Priority number(s):** DE19951039154 19951020; DE19951022250 19950620**Also published as:** • DE 19522250 (A1)**Cited documents:** DE3700707 (C2) DE4403360 (A1) DE3297656 (A1) DE6625680U (U1) [View all](#)**Abstract of DE 19539154 (A1)**

The process uses at least two adsorbers each with a heat exchanger surrounded by the adsorption unit, at least one heat exchanger for high temperatures, one for medium temperatures and one for low temperatures. There is a pump for the fluid which goes first to the adsorbing heat exchanger, then to the high temperatures heat exchanger, then through the desorbing heat exchanger, then to the medium temperature heat exchanger, then again to the adsorbing heat exchanger. After the depletion of the adsorption mass, the fluid flow direction is reversed for a new charging and discharging period and the adsorption/desorption temperature regimes are at least partly overlapped.



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 195 39 154 A 1

(51) Int. Cl. 6:

**F 25 B 17/02**

F 25 B 37/00

F 25 B 39/00

- (21) Aktenzeichen: 195 39 154.3
- (22) Anmeldetag: 20. 10. 95
- (43) Offenlegungstag: 24. 4. 97

DE 195 39 154 A 1

(71) Anmelder:

Ludwig, Jürgen, Dipl.-Ing., 52355 Düren, DE

(61) Zusatz zu: P 195 22 250.4

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

- |    |              |
|----|--------------|
| DE | 37 00 707 C2 |
| DE | 44 03 360 A1 |
| DE | 32 07 656 A1 |
| DE | 85 25 680 U1 |

(54) Verfahren zum Betrieb von Wärmepumpen und Kältemaschinen

(57) Wärmepumpe und/oder Kältemaschine, bestehend aus mindestens zwei Adsorbern mit je einem von Adsorptionsmittel umgebenen eingebauten Wärmeaustauscher, mindestens einer Wärmeaustauscheinrichtung für hohe Temperatur und mindestens einer Wärmeaustauscheinrichtung für mittlere Temperatur und mindestens einer Fördereinrichtung für ein Wärmeträgerfluid, bei welcher ein Teil des jeweiligen Adsorbers zusätzlich zur Kühlung durch den Wärmeträgerkreislauf gekühlt wird und/oder ein Teil des jeweiligen Desorbers zusätzlich zur Erwärmung mittels Wärmeträgerkreislauf erwärmt wird.

DE 195 39 154 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 der Hauptanmeldung für mit Feststoffen, wie Kieselgel, aktiver Tonerde, Aktivkohle, Kohlenstoffmolekularsieben und vorzugsweise mit Zeolithen als Adsorptionsmittel arbeitenden Wärmepumpen, Kältemaschinen und Wärmetransformatoren, wobei sich die Beschreibung zur Vereinfachung nur auf Wärmepumpen und Kältemaschinen bezieht. Als Wärmeträgerfluid können Flüssigkeiten und Gase, insbesondere auch Luft, eingesetzt werden. Als Arbeitsmedium kann vorzugsweise Wasserdampf eingesetzt werden. Das Verfahren ist so aufgebaut und wird so betrieben, daß sich eine "heiße" und eine "kalte" Seite der beiden Adsorber ausbildet.

Der Betrieb einer Versuchsanlage hat ergeben, daß die Temperatur des aus dem Desorber austretenden Wärmeträgerstromes einen stetig ansteigenden Verlauf und die Temperatur des aus dem Adsorber austretenden Wärmeträgerstromes einen stetig fallenden Verlauf zeigte.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Temperatur des aus dem Desorber austretenden Wärmeträgerstromes möglichst niedrig, und die Temperatur des aus dem Adsorber austretenden Wärmeträgerstromes möglichst hoch zu halten, wodurch die Wärme des Wärmeträgerkreislaufes im Desorber weitestgehend zur Desorption und die Adsorptionswärme im Adsorber weitestgehend zur Vorwärmung des Wärmeträgerkreislaufes genutzt wird. Weiter soll die Wärmepumpe auch bei hohem Temperaturhub ein gutes Wärmeverhältnis liefern. Der Wärmestrom im Material des Wärmeaustauschers soll in der Strömungsachse des Wärmeträgerfluids auch bei kurzer Baulänge niedrig gehalten werden.

Anspruch 1 gibt den grundsätzlichen verfahrenstechnischen Lösungsweg an.

Eine Ausgestaltung der Erfindung ist in Anspruch 2 beschrieben. Durch die Merkmale des Anspruches 2 wird eine besonders gute Kühlung eines Teiles des Adsorbers an der kalten Seite möglich. Dadurch hat dieser Teil des Adsorbers auch nach Umschaltung zum Desorber eine niedrige Temperatur und ermöglicht damit eine besonders gute Nutzung der Wärme des Wärmeträgerkreislaufes zur Desorption.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist in Anspruch 3 beschrieben. Durch die Merkmale des Anspruches 3 wird eine besonders hohe Erwärmung eines Teiles des Desorbers an der heißen Seite möglich. Dadurch hat dieser Teil des Desorbers auch nach Umschaltung zum Adsorber eine hohe Temperatur und ermöglicht eine besonders hohe Erwärmung des Wärmeträgerkreislaufes. Durch die Merkmale des Anspruches 3 ist auch bei hohen Temperaturhüben der Wärmepumpe, bei denen ein Überschreiten der Temperaturen nicht mehr möglich ist, ein vorteilhafter Betrieb möglich.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist in Anspruch 4 beschrieben. Durch die Merkmale des Anspruches 4 wird der Wärmestrom im Material des Adsorberwärmeaustauschers in der Strömungsachse des Wärmeträgerstromes auch bei geringen Baulängen niedrig gehalten.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nachstehenden Erläuterungen zu der Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Zusammenstellung des erfundungsgemäß-

## Ben Verfahrens.

Das Verfahren besteht im wesentlichen aus den beiden Adsorbern 1 und 2, dem Wärmeaustauscher für hohe Temperatur 3, dem Wärmeaustauscher für mittlere Temperatur 4, Rohrleitungen, Armaturen und der Fördereinrichtung für Wärmeträgerfluid P. Die Leitungen 51 und 61 führen zum Kondensator bzw. Verdampfer.

Das Wärmeträgerfluid wird in bekannter Weise mit 10 der Fördereinrichtung P über den Adsorber, beispielsweise 2, den Wärmeaustauscher für hohe Temperatur 3, den Desorber, im Beispiel 1, den Wärmeaustauscher für mittlere Temperatur 4 und wieder zur Fördereinrichtung P gefördert. Nach Erschöpfen des Adsorbers wird 15 die Förderrichtung des Wärmeträgerfluids in bekannter Weise umgekehrt.

Bei der Beschreibung wird im folgenden nur ein Halbzyklus beschrieben, da der andere völlig analog durchgeführt wird.

20 Der mit Anspruch 2 vorgeschlagene Zusatzkreislauf strömt aus dem Wärmeträgerkreislauf 22 für die Kühlung des Adsorbers 2 über die Leitung 80 und die 3-Weg-Armatur 81 zur Leitung 42, in der er sich wieder mit dem Wärmeträgerkreislauf vereinigt und insbesondere 25 gemeinsam mit dem Wärmeträgerkreislauf im Wärmeaustauscher für mittlere Temperatur 4 Wärme abgibt, und wird dann mit der Fördereinrichtung P wieder über die Vierwegearmatur 41, deren Funktion auch durch zwei 3-Wegarmaturen erbracht werden kann, zum Adsorber 2 gefördert, aus dem er wieder über die Leitung 80 abgezogen wird, womit sich der Kreislauf schließt.

Man kann auch eine andere indirekte Kühlung dadurch vorsehen, daß beispielsweise ein Fluid durch den für den Wärmeträgerkreislauf vorhandenen oder einen 35 dritten in den Adsorber eingebauten Wärmeaustauscher zur Gewinnung von Wärme mittlerer Temperatur fließt. Ein Wärmeaustauscher für 3 und mehr Fluids ist bei Platten-Rippenwärmeaustauschern Stand der Technik und mit dem Leitungszug 82 angedeutet. Der dritte 40 Wärmeaustauscher ist dann sinnvoll, wenn Wärme mittlerer Temperatur an ein anderes Fluid, als das für den Wärmeträgerkreislauf eingesetzte, übertragen werden soll.

Der Wärmeträger für die zusätzliche Abkühlung wird 45 vorzugsweise mit weniger als der maximalen Austrittstemperatur des aus dem Desorber 1 austretenden Wärmeträgerkreislaufes aus dem Adsorber 2 abgezogen. Diese Temperatur hängt von mehreren Faktoren ab, insbesondere dem Temperaturunterschied zwischen 50 Kondensator und Verdampfer, weshalb zweckmäßigerverweise mehrere, in der Abbildung als Beispiel zwei, absperrbare Abzugsstellen an den Adsorbern vorgesehen sind.

Um die Wärme des Adsorbers mit möglichst hoher 55 Temperatur an den Desorber zu übertragen, ist es zweckmäßig, die Wärmeabnahme aus dem kalten Teil des Adsorbers erst am Ende der Periode zu beginnen und dabei die Umlaufmenge des Wärmeträgerkreislaufes über Adsorber und Desorber zu reduzieren oder zu null zu machen.

Der mit Anspruch 3 vorgeschlagene Zusatzkreislauf wird mit der Fördereinrichtung P1 über die Leitung 45 und die Dreiwegearmatur 46 aus dem im heißen Teil im Beispiel des Desorbers 1 strömenden Wärmeträgerkreislaufes abgezogen und strömt über die Dreiwegearmatur 47 wieder in den Wärmeträgerkreislauf, mit dem er im Wärmeaustauscher für hohe Temperatur 3 erwärmt wird, wonach er durch den heißen Teil des De-

sorbers 1 wieder zur Abzugsstelle fließt, wo sich der Kreislauf schließt. Es ist auch möglich, an Stelle der Fördereinrichtung für Fluid und zwei Dreiwegearmaturen zwei Fördereinrichtungen mit je einem Rückflußverhinderer einzusetzen.

Andere Wärmequellen können beispielsweise Dampf, Heißöl, heiße Abgase oder eine Strahlungswärmequelle sein, deren Wärme über einen dritten Wärmeaustauscher an den heißen Teil des Desorbers übertragen werden kann. Ein Wärmeaustauscher für 3 und mehr Fluids ist bei Platten-Rippenwärmeaustauschern Stand der Technik und mit dem Leitungszug 48 angedeutet.

Der erforderliche Flächenteil des Desorbers 1, der zusätzlich erwärmt wird, hängt von mehreren Voraussetzungen ab. Deshalb wird dieser Bereich vorzugsweise variabel ausgeführt, was durch die beiden absperrbaren Abzüge für Wärmeträgerfluid vom Desorber 1 angedeutet ist. Durch Vorsehen eines größeren Bereiches des Desorbers, der zusätzlich erwärmt wird, können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Wärmepumpen und Kältemaschinen auch dann noch vorteilhaft betrieben werden, wenn der Temperaturhub so groß ist, daß ein Überschreiten der Temperaturen von Adsorber und Desorber nicht mehr möglich ist.

In Fig. 1 sind Einzelteile des Adsorbers 2 eingezeichnet. Gemäß Anspruch 4 werden die Außenwände 29, das Sieb oder Lochblech 27 und erforderliche sonstige Einbauten aus Material mit besonders niedriger Wärmeleitfähigkeit, z. B. auch aus Edelstahl hergestellt. Die Rippen im Wärmeaustauscher für Wärmeträgerfluid 22 und im Adsorbermaterial 23 eingebauten Wärmeaustauscher 24, die eine möglichst gute Wärmeleitfähigkeit haben müssen, erhalten Unterbrechungen senkrecht zur Strömungsachse des Wärmeträgerfluids. Die Rippen in den Wärmeaustauschern sind versetzt gezeichnet. Die Rippen beider Wärmeaustauscher werden mit ihren Füßen 26 möglichst gegenüberliegend mit den Trennwänden der Wärmeaustauscher verbunden. Die Trennwand wird aus Material mit wenig schlechterer Wärmeleitfähigkeit, als das der Rippen, hergestellt. Die Verschlechterung der Wärmeleitfähigkeit durch Verwendung von legiertem Grundmaterial ist ausreichend.

Nachsatz zur Hauptanmeldung.  
Es wurde gefunden, daß Kompaktwärmeaustauscher wirtschaftlich aus stranggepreßten beidseitig berippten Rohren hergestellt werden können. Es wird beantragt, stranggepreßte beidseitig berippte Rohre mit in die Beschreibung der Hauptanmeldung aufzunehmen.

## Patentansprüche

50

1. Verfahren zum Betrieb von Wärmepumpen und Kältemaschinen bestehend aus mindestens zwei Adsorbern mit je einem von Adsorptionsmittel umgebenen eingebauten Wärmeaustauscher, mindestens einer Wärmeaustauscheinrichtung für hohe Temperatur, mindestens einer Wärmeaustauscheinrichtung für mittlere Temperatur und mindestens einer Fördereinrichtung für ein Wärmeträgerfluid, wobei das Fluid zunächst durch den Wärmetauscher des adsorbierenden Adsorbers, dann durch die Wärmeaustauscheinrichtung für hohe Temperatur und danach durch den Wärmeaustauscher des desorbierenden Adsorbers gefördert wird, nach dessen Verlassen die Wärmeaustauscheinrichtung für mittlere Temperatur passiert und dann wieder dem Wärmeaustauscher des adsorbierenden Adsorbers zufließt, wobei nach Erschöpfen

der Adsorptionsmasse im adsorbierenden Adsorber die Strömungsrichtung des Fluids für eine neue Beladungs- bzw. Entladungsperiode umgekehrt wird, und sich die Adsorptions- und Desorptions-temperaturbereiche wenigstens teilweise überschneiden, und als Wärmeaustauscher und insbesondere Adsorberwärmeaustauscher modifizierte Kompakt-Wärmeaustauscher verwendet werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des jeweiligen Adsorbers zusätzlich zur Kühlung durch den Wärmeträgerkreislauf gekühlt wird und/oder ein Teil des jeweiligen Desorbers zusätzlich zur Erwärmung mittels Wärmeträgerkreislauf erwärmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Adsorber zusätzlich zu der Kühlung durch den Wärmeträgerkreislauf durch einen Zusatzkreislauf und/oder durch sonstige indirekte Kühlung gekühlt wird, wobei die Wärmeleistung des Zusatzkreislaufes und/oder der indirekten Kühlung und der gekühlte Anteil des Adsorbers bis auf null variiert werden kann, und der Zusatzkreislauf vorzugsweise mit der Fördereinrichtung für Wärmeträgerfluid (P) gefördert wird und vorzugsweise zeitlich variiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Desorber zusätzlich zur Erwärmung durch den Wärmeträgerkreislauf durch einen Zusatzkreislauf und/oder durch andere indirekte Wärmezufuhr erwärmt wird, wobei die Wärmeleistung des Zusatzkreislaufes und/oder der anderen indirekten Wärmezufuhr und der erwärmte Anteil des Desorbers bis auf null variiert werden kann und die Wärmezufuhr vorzugsweise zeitlich variiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwände, welche den Raum für Adsorberfeststoff und Arbeitsmittel vom Raum für das oder die Wärmeträgerfluids abtrennen und erforderlichen Einbauten und Außenwände, aus Material mit relativ schlechter Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden und Rippen im Raum für Adsorbermaterial und Wärmeträgerfluid vorzugsweise Unterbrechungen haben und weitgehend gegenüberliegend angeordnet werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

